



DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2023.3.6>

UDC 631.47

LBC 40.3

## BIOLOGICAL INDICATORS AND THEIR SIGNIFICANCE IN THE DIAGNOSIS OF ALLUVIAL-MEADOW SOILS

**Pirverdi A. Samedov**

Institute of Soil Science and Agrochemistry of the Azerbaijan National Academy of Sciences, Baku, Azerbaijan

**Beyli B. Aliyeva**

Institute of Soil Science and Agrochemistry of the Azerbaijan National Academy of Sciences, Baku, Azerbaijan

**Vafa T. Mammadzade**

Institute of Soil Science and Agrochemistry of the Azerbaijan National Academy of Sciences, Baku, Azerbaijan

**Mehbara E. Sadigova**

Institute of Soil Science and Agrochemistry of the Azerbaijan National Academy of Sciences, Baku, Azerbaijan

**Matanat M. Aliyeva**

Institute of Soil Science and Agrochemistry of the Azerbaijan National Academy of Sciences, Baku, Azerbaijan

**Shahla Z. Jafarova**

Institute of Soil Science and Agrochemistry of the Azerbaijan National Academy of Sciences, Baku, Azerbaijan

**Afaq L. Rzayeva**

Institute of Soil Science and Agrochemistry of the Azerbaijan National Academy of Sciences, Baku, Azerbaijan

**Abstract.** The priority issue that is covered in the article is the expediency of using biological indicators in the diagnosis of alluvial-meadow soils. In Azerbaijan, floodplain soils, common on terraces and alluvial fans of large rivers, where there are groundwater recharge conditions and the influence of the flood floodplain regime, have been widely studied. Alluvial-meadow soils develop under the meadow soil with forb-cereal groups and shrub vegetation under the active influence of groundwater occurring at a depth of 1.0–3.5 and surface (flood) moisture. Rich herbaceous vegetation causes the development of the sod process; as a result, a large amount of organic matter accumulates. Considering that various subtypes of floodplain soils are formed, under characteristic bioclimatic conditions, our goal was to study some biological indicators of alluvial-meadow soils of natural and cultivated cenoses. On the selected biotopes (virgin cenosis, near-terrass biotope, alluvial deposits of Shin-chai, as well as agrocenoses of cereals and tobacco), the group composition and amount of microbiota, complexes of invertebrates, phytomass and humus content were comparatively studied. The accounting of phytomass on the virgin cenosis showed that plant products amount to 363 g/m<sup>2</sup> of raw and 26 g/m<sup>2</sup> of dry mass. Possible relationships between individual biological and some physico-chemical parameters are considered. The results obtained can be used as biotests in the diagnosis of alluvial-meadow soils. Plants are the primary source of organic residues in the soil, their main function of which as a soil-forming plant is to create primary bioproducts and participate in the global biological cycle.

**Key words:** soil, humus, invertebrates, microbiota, fitomass.

**Citation.** Samedov P.A., Aliyeva B.B., Mammadzade V.T., Sadigova M.E., Aliyeva M.M., Jafarova Sh.Z., Rzayeva A.L. Biological Indicators and Their Significance in the Diagnosis of Alluvial-Meadow Soils. *Prirodnye sistemy i resursy* [Natural Systems and Resources], 2023, vol. 13, no. 3, pp. 42-48. (in Russian). DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2023.3.6>

УДК 631.47  
ББК 40.3

## БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ И ИХ ЗНАЧЕНИЕ В ДИАГНОСТИКЕ АЛЛЮВИАЛЬНО-ЛУГОВЫХ ПОЧВ

**Приверди Ахмед оглы Самедов**

Институт почвоведения и агрохимии Национальной академии наук Азербайджана, г. Баку, Азербайджан

**Бейли Бахад кызы Алиева**

Институт почвоведения и агрохимии Национальной академии наук Азербайджана, г. Баку, Азербайджан

**Вафа Тельман кызы Мамедзаде**

Институт почвоведения и агрохимии Национальной академии наук Азербайджана, г. Баку, Азербайджан

**Мехбара Эльдар кызы Садыхова**

Институт почвоведения и агрохимии Национальной академии наук Азербайджана, г. Баку, Азербайджан

**Матанат Мирисмаил кызы Алиева**

Институт почвоведения и агрохимии Национальной академии наук Азербайджана, г. Баку, Азербайджан

**Шахла Зохран кызы Джафарова**

Институт почвоведения и агрохимии Национальной академии наук Азербайджана, г. Баку, Азербайджан

**Афаг Латифага кызы Рзаева**

Институт почвоведения и агрохимии Национальной академии наук Азербайджана, г. Баку, Азербайджан

**Аннотация.** Приоритетным вопросом, который освещается в статье, является целесообразность использования биологических показателей в диагностике аллювиально-луговых почв. В Азербайджане достаточно широко исследовались пойменные почвы, распространенные на террасах и конусах выноса крупных рек, где имеются условия подпитывания грунтовыми водами и влияние паводкового пойменного режима. Аллювиально-луговые почвы развиваются под луговой с разнотравно-злаковыми группировками и кустарниковой растительностью при активном влиянии грунтовых вод, залегающих на глубине 1,0–3,5, и поверхностного (паводкового) увлажнения. Богатая травянистая растительность обуславливает развитие дернового процесса, в результате накапливается большое количество органического вещества. Учитывая, что различные подтипы пойменных почв формируются в характерных биоклиматических условиях, нашей целью было изучение некоторых биологических показателей аллювиально-луговых почв естественных и окультуренных ценозов. На выбранных биотопах (целинный ценоз, притеррасный биотоп, аллювиальные наносы Шин-чая, а также агроценозы зерновых и табака) сравнительно изучены групповой состав и количество микробиоты, комплексы беспозвоночных животных, фитомасса и содержание гумуса. Учет фитомассы на целинном ценозе показал, что растительная продукция составляет 363 г/м<sup>2</sup> сырой и 26 г/м<sup>2</sup> сухой массы. Рассмотрены возможные взаимосвязи между отдельными биологическими и некоторыми физико-химическими показателями. Полученные результаты могут быть использованы в качестве биотестов при диагностике аллювиально-луговых почв. Растения являются главным первоисточником органических остатков в почве, основной функцией которых как почвообразовательной является создание первичной биопродукции и участие в глобальном биологическом круговороте.

**Ключевые слова:** почва, гумус, беспозвоночные, микробиота, фитомасса.

**Цитирование.** Самедов П. А., Алиева Б. Б., Мамедзаде В. Т., Садыхова М. Э., Алиева М. М., Джафарова Ш. З., Рзаева А. Л. Биологические показатели и их значение в диагностике аллювиально-луговых почв // Природные системы и ресурсы. – 2023. – Т. 13, № 3. – С. 42–48. – DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2023.3.6>

## Введение

В Азербайджане значительные площади пойменных почв встречаются на молодых террасах и конусах выноса горных рек Большого и Малого Кавказа, вдоль рек Куры и Аракса и частично в Хачмаз-Худатской низменности. Главной особенностью почвообразования этих почв является развитие пойменных (затопление речных долин полыми водами) и аллювиальных (принос паводковыми водами взмученного материала в виде аллювия) процессов.

В аллювиально-луговых почвах зоомикробиологические процессы для каждого биотопа проходят при оптимальных гидротермических показателях. Поэтому сравнительное изучение жизнедеятельности отдельных биотопов имеет важную значимость, для правильной оценки адаптивных биологических ритмов живых организмов, как приспособление их физиологии к регулярным экологическим изменениям внешней среды.

## Объекты и методика исследования

Исследования проводились на аллювиально-луговых почвах распространенные вдоль пойменной полосы Шин-чая (Большой Кавказ, Шекинский район). В качестве объектов исследования были выбраны естественный целинный ценоз, притеррасный биотоп под луговой растительностью, аллювиальные наносы Шин-чая, а также агроценозы зерновых и табака. Биоклиматические условия почвообразования в зоне распространения указанных почв отличаются полувлажным субтропическим климатом.

На выбранных целинных и окультуренных ценозах учитывалась надземная (сырая, сухая) фитомасса по методике Т.Л. Быстрицкой, В.В. Осычнюка [2].

Почвенные пробы для микробиологического анализа отбирались послойно с 0–10; 10–20; 20–30 см горизонтов почвы, соблюдая все условия асептики. Микробиологические (количество и групповой состав микробиоты), а также физико-химические анализы в отдельных почвенных пробах определились по общепринятым в микробиологии и почвоведении методикам Д.Г. Звягинцева [5] и Е.А. Ари-

нушкиной [1]. Выборка беспозвоночных животных с указанных биотопов проводилась по методике М.С. Гилярова [4].

Поскольку биологические показатели аллювиально-луговых почв мало изучены, нашей целью было проведение комплексных зоо (беспозвоночных) – микробиологических исследований естественных и окультуренных биотопов.

## Обсуждение результатов

Почвенная биота, используя индивидуальные, адаптивные механизмы распространяется по различным типам почв и тем самым активно участвует в глобальном почвообразовательном и биогеоценотическом процессах. Почвенные микроорганизмы и беспозвоночные животные, будучи составной частью трофических блоков биогеоценоза не просто осваивают эти почвы, а регулируют свою жизнедеятельность в соответствии с химическими свойствами почвы, а также с экологической обстановкой окружающей среды. Поэтому полученные результаты по биологическим компонентам изучаемых биотопов могут быть использованы при биодиагностике и биоиндикации природных и особенно антропогенно измененных почв, которые более чувствительны и легко подвергаются изменениям.

Большая часть химических элементов почвы находится в почвенном растворе в виде анионов и катионов. Многие анионы, такие как  $HCO^-$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $NO_3^-$ ,  $PO_4^{3-}$ , а также катионы  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $Fe^{2+}$ ,  $Al^{3+}$  являются продуктами трансформационной деятельности живых организмов и в процессе ионообменных реакций переводят их в усвояемые для растений формы, а также определяют реакцию (рН) почвенной среды.

Как видно, только при комплексном изучении биологических и физико-химических свойств с учетом конкретных морфологических характеристик почвенных горизонтов, можно использовать эти данные, как диагностические тесты при детальной классификации и систематике почв распространенных в различных экоклиматических зонах.

Всесторонние морфогенетические исследования пойменных почв проводились в Азербайджане. Было установлено, что ара-

лы их распространения достаточно разнообразны в зависимости от биоклиматических особенностей окружающей среды. Исследования этих почв охватывали, как физико-химические свойства, конкретно морфогенетические особенности так и характер почвообразовательного процесса. Различия, которые обнаруживались в их развитии, связывались со степенью выраженности пойменного режима и приуроченностью этих почв к различным элементам рельефа пойм [4; 6].

Следствием биологического круговорота является аккумуляция потенциальной солнечной энергии и элементов зольного питания растений, обуславливающая постепенное развитие почвенного профиля и основного свойства почвы, ее плодородия.

Аллювиальные отложения, богатые элементами питания, а также обладающие достаточным увлажнением, создают благоприятные условия для развития луговой растительности. Фитопродукция притеррасного биотопа возрастает до 738 г/м<sup>2</sup> сырой и 376 г/м<sup>2</sup> сухой массы. В травостое формируется разнотравно-злаковая ассоциация.

В составе растений целинного ценоза на долю злаковых, бобовых, зонтичных приходится 50,2 %, сложноцветных, гераниевых, губоцветных 23,8 %, крестоцветных, подорожниковых 21,22 % и молочайных 4,78 %.

На агроценозах зерновых и табака были получены другие показатели соответственно 1833,36 г/м<sup>2</sup> сырой и 217,67 г/м<sup>2</sup> сухой массы, а также 38 г/м<sup>2</sup> сырой и 5,0 г/м<sup>2</sup> сухой массы.

Исследования комплексов беспозвоночных на естественных и окультуренных биотопах выявили специфические группы.

Естественный, целинный ценоз заселен в основном беспозвоночными, адаптированными к аридным экологическим условиям. Доминирующими группами здесь являются насекомые – Insekta, гастроподы – Gastropoda и единичные мокрицы – Isopoda.

Встречаемость беспозвоночных на аллювиальных наносах поймы (в результате миграций животных из близлежащих биотопов) связаны, с одной стороны, с влажностью почвы, а с другой – с приуроченностью их к произрастающей вдоль речной террасы растениям, служащие им дополнительной средой обитания и формированием пищевых связей.

Основными преобладающими группами были насекомые – Insekta относящиеся к семействам: Libellulidae, Cicadellidae, Acrididae, Coccinellidae, Pieridae, Reduviidae, Mantidae, Syrphidae, Formicidae, а также паукообразные семейства: Çaleodidae и гастроподы семейства: Helicida.

Окультуренные ценозы, как известно, создаются в результате активного антропогенного преобразования природных ландшафтов.

При этом меняется не только растительный покров за счет посевных культур, но и формируется совершенно новый по составу и качеству комплекс беспозвоночных животных и микроорганизмов, то есть создается иная внутрпочвенная биосреда.

Микроорганизмы и беспозвоночные животные являются хорошим биологическим материалом для биотестирования почв, позволяющий проводить биологический контроль за состоянием естественных и антропогенно измененных в том числе и окультуренных ценозов. Так, на агроценозе табака доминируют беспозвоночные, относящиеся к типу Artropoda, то есть насекомые – Insekta. Агротехнические мероприятия способствовали появлению в составе беспозвоночных ксеромезофильных групп: изопод – Isopoda; ухверток – Dermaptera; кокцинелид – Coccinellidae. Агроценоз зерновых заселен в основном мезогигрофильными группами беспозвоночных: лямбрицидами – Lumbricidae; моллюсками – Gastropoda; изоподами – Isopoda; ухвертками – Dermaptera и личинками двукрылых – Diptera. Целинные ценозы по трофической структуре представлены фито-сапрофагами и хищниками, а поливные ценозы комплектуются из фитофагов, сапрофагов и хищников.

Состав и содержание микроорганизмов в различных типах почв существенно отличаются. Обладая большой физиологической активностью, микрофлора участвует в превращениях органических и минеральных компонентов почвы с образованием органо-минеральных комплексов и гумусовых веществ [3; 7; 8].

Было установлено, что в 0–30 см слое естественного ценоза средняя численность микроорганизмов составляет 4 090,35 тыс./г почвы.

Групповой состав микробиоты состоит из неспорообразующих бактерий – 278,53 тыс./г почвы (68,1 %), актиномецит – 1284,37 тыс./г почвы (31,4 %), и грибов – 20,45 тыс./г почвы (0,5 %). На долю бацилл приходится 640,67 тыс./г почвы (23 %). Среди обнаруженных грибов особую значимость имеют некоторые представители родов микромицет: *Penicillium*, *Trichoderma*, *Mucorales*, *Saccharomyces*, которые активно участвуют в превращениях растительных остатков и первичном гумусообразовании.

В пробах аллювиальных наносов, в которых преобладают песчаные частицы среднее количество микроорганизмов несколько уменьшается до 3 119 тыс./г почвы. Однако в почвенных пробах притеррасного биотопа под луговой растительностью и испытывающих влияние грунтового увлажнения отмечается увеличение их количества до 5133,2 тыс./г почвы.

На агроценозах под культурой табака и зерновыми получены совершенно другие результаты. Заниженные цифры 3452,7 тыс./г почвы на агроценозе табака возможно связано с борьбой против сорняков (внесением гербицидов), которые отрицательно влияют на развитие микрофлоры. На агроценозе зерновых средняя численность микробиоты составляет 4180,7 тыс./г почвы.

Другой важный вопрос, который рассматривается в статье, – это анализ возможных взаимосвязь между биологическими факторами и количественными показателями гумуса изучаемых ценозов [7].

Определение содержания гумуса на целинном ценозе показали на его существенное изменение практически по всем слоям, от 4,85 % до 2,07–1,6 %.

Такое контрастное уменьшение значений гумуса связано с неодинаковой активностью почвенной биоты, участвующей в трансформации органических остатков на гумусообразование.

Отмечается также изменение общих запасов гумуса и азота между 46,07–22,47 16,32 т/га и 2,47–1,21–0,84 т/га.

В аллювиальных наносах Шин-чая, в которых отмечаются слабая деятельность микробиоты, содержание гумуса, изменялось до минимальных значений – 1,62–1,45–1,24 %. Соответственно уменьшались и их запасы от

13,64 т/га до 15,22–17,01 т/га. Почвенные пробы притеррасного биотопа отличались несколько большим количеством гумуса, который возрастал до 1,54–3,0 %.

Увеличивались также и их запасы от 16,17 т/га до 24,24–27,00 т/га. Аналогично гумусу изменялись показатели азота от 0,06–0,09 % до 0,08–0,16 % с запасами от 0,66–0,96 т/га до 0,84–1,44 т/га.

Во всех случаях динамика содержания гумуса и азота соответствовали количественным и качественным показателям фитомассы, микрофлоры и беспозвоночных животных. На агроценозах зерновых и табака общее содержание гумуса изменялось между 3,9–2,85 % и 2,80–2,23 %. Это тесно связано с агротехническими мероприятиями этих культур.

Исследование химического состава почвенных проб, целинного ценоза выявило некоторые характерные особенности. Было установлено, что реакция почвенной среды слабощелочная ( $pH=5,9-6,2$ ). Содержание катионов Са и Mg по почвенным слоям уменьшались от 17 мг/экв. до 14,5–12,0 мг/экв. и от 7,5 мг/экв. до 5,5–6,0 мг/экв.

Реакция среды на агроценозах табака и зерновых была несколько умеренной в отношении кислотности и изменялась между 6,2–6,6 и 6,3–6,5.

На агроценозе зерновых количество катионов Са и Mg увеличивалось по горизонтам соответственно между 12–24 мг/экв. и 5–11 мг/экв. Эти показатели на агроценозе табака были сравнительно низкими и варьировались между 7,6–8,5 мг/экв. и 3,5–5,5 мг/экв.

В речных наносах изучаемых почв существенно уменьшаются карбонаты, которые интенсивно вымываются и выщелачиваются кислыми продуктами щистовых пород. При этом реакция среды была близка к нейтральной и слабощелочной ( $pH = 6,7-7,5$ ), за счет высокого содержания песчаных отложений богатых кремнеземом. Емкость поглощения равна 25–33 мг/экв. в 100 г почвы. Анализируя взаимосвязь биологических показателей с некоторыми абиотическими факторами, было установлено, что для стабильного развития микроорганизмов и беспозвоночных животных в изучаемых ценозах наиболее приемлемыми являются диапазон изменения увлажнения между 15–28–35 % и температуры

между 18–20–27 °С, а также нейтральная и слабощелочная среда.

### Выводы

1. Фитомасса изучаемых биотопов, изменяется для целины между 363 г/м<sup>2</sup> сырой и 26 г/м<sup>2</sup> сухой массы, притеррасного биотопа между 738 г/м<sup>2</sup> сырой и 376 г/м<sup>2</sup> сухой массы, а для агроценозов зерновых и табака соответственно от 1 833,36 г/м<sup>2</sup> сырой и 217,67 г/м<sup>2</sup> сухой массы до 38 г/м<sup>2</sup> сырой и 5,0 г/м<sup>2</sup> сухой массы.

2. Установлена различная численность микроорганизмов по отдельным ценозам. На целине она составляет 4 090,35 тыс./г почвы на аллювиальных наносах их количество уменьшается до 3 119 тыс./г почвы. В почве притеррасного биотопа их численность возрастает до 5 133,2 тыс./г почвы. На агроценозах табака и зерновых, численность микрофлоры изменяется соответственно между 3452,7–4180,7 тыс./г почвы.

3. На естественных биотопах доминировали ксерофильные беспозвоночные, относящиеся к насекомым – Insekta, гастроподам – Gastropoda, мокрицам – Isopoda. Окультуренные ценозы, притеррасный биотоп и наносы заселены мезоигрофильных группами: лямбрицидами – Lumbricidae, моллюсками – Mollusca, изоподами – Isopoda, уховертками – Dermoptera, некоторыми паукообразными – Galeodidae.

4. Количество гумуса по изучаемым биотопам варьируют для целины между 4,85–1,6 % аллювиальных наносов между 1,62–1,84 %, притеррасного биотопа между 3,0–1,54 %, агроценозов табака и зерновых между 2,80–2,23 % и 3,9–2,85 %.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аринушкина, Е. В. Руководство по химическому анализу почв / Е. В. Аринушкина. – М. : Изд-во МГУ, 1970. – 587 с.
2. Быстрицкая, Т. Л. Почвы и первичная биологическая продуктивность степей Приазовья // Т. Л. Быстрицкая, В. В. Осычнюк. – М. : Наука, 1978. – 107 с.
3. Гасымова, Г. С. Почвенная микробиология // Г. С. Гасымова. – Баку : Изд-во БГУ, 2008. – 200 с.

4. Гиляров, М. С. Методы почвенно-зоологических исследований // М. С. Гиляров. – М. : Наука, 1975. – 281 с.

5. Звягинцев, Д. Г. Методы почвенной микробиологии и биохимии // Д. Г. Звягинцев. – М. : Изд-во МГУ, 1991. – 303 с.

6. Морфогенетическая диагностика, номенклатура и классификация почв Азербайджана / М. П. Бабаев [и др.]. – Баку : Элм, 2011. – 448 с.

7. Самедов, П. А. Роль биологических факторов в формировании гумуса почв // П. А. Самедов, Б. Б. Алиева, В. Т. Мамедзаде // Почвоведение и Агрохимия. – 2013. – Т. 21, № 1. – С. 82–87.

8. Хомутова, Т. Э. Микробное разнообразие погребенных степных почв, в связи с ходом годовых осадков / Т. Э. Хомутова, А. В. Борисов // Почвоведение. – 2022. – № 11. – С. 1391–1398.

### REFERENCES

1. Arinushkina E.V. *Rukovodstvo po khimicheskomu analizu pochv* [Guide to Chemical Analysis of Soils]. Moscow, Izd-vo MGU, 1970. 587 p.
2. Bystritskaya T.L., Osychnyuk V.V. *Pochvy i pervichnaia biologicheskaiia produktivnost stepei Priazovia* [Soils and Primary Biological Productivity of the Azov Steppes]. Moscow, Nauka Publ., 1978. 107 p.
3. Gasymova G.S. *Pochvennaia mikrobiologiia* [Soil Microbiology]. Baku, Izd-vo BGU, 2008. 200 p.
4. Gilyarov M.S. *Metody pochvenno-zoologicheskikh issledovaniy* [Methods of Soil-Zoological Research]. Moscow, Nauka Publ., 1975. 281 p.
5. Zvyagintsev D.G. *Metody pochvennoi mikrobiologii i biokhimii* [Methods of Soil Microbiology and Biochemistry]. Moscow, Izd-vo MGU, 1991. 303 p.
6. Babaev M.P., Gasanov V.G., Jafarova Ch.M., Guseinova S.M. *Morfogeneticheskaiia diagnostika, nomenklatura i klassifikatsiia pochv Azerbaidzhana* [Morphogenetic Diagnostics, Nomenclature and Classification of Soils of Azerbaijan]. Baku, Elm Publ., 2011. 448 p.
7. Samedov P.A., Aliyeva B.B., Mamedzade V.T. *Rol biologicheskikh faktorov v formirovaniy gumusa pochv* [The Role of Biological Factors in the Formation of Soil Humus]. *Pochvovedenie i Agrokhimia* [Journal of Soil Science and Agrochemistry], 2013, vol. 21, no. 1, pp. 82-87
8. Khomutova T.E., Borisov A.V. *Mikrobnnoe raznoobrazie pogrebennykh stepnykh pochv, v sviazi s khodom godovykh osadkov* [Microbial Diversity of Buried Steppe Soils, in Connection with the Course of Annual Precipitation]. *Pochvovedenie* [Journal of Soil Science], 2022, no. 11, p. 1391-1398.

**Information About the Authors**

**Pirverdi A. Samedov**, Candidate of Sciences (Agriculture), Leading Researcher, Head of the Laboratory of Soil Biology, Institute of Soil Science and Agrochemistry of the Azerbaijan National Academy of Sciences, M. Ragima St, 5, 1073 Baku, Azerbaijan, samed-bio@yandex.ru

**Beyli B. Aliyeva**, Candidate of Sciences (Agriculture), Associate Professor, Leading Researcher, Institute of Soil Science and Agrochemistry of the Azerbaijan National Academy of Sciences, M. Ragima St, 5, 1073 Baku, Azerbaijan, samed-bio@yandex.ru

**Vafa T. Mammadzade**, Candidate of Sciences (Biology), Associate Professor, Leading Researcher, Institute of Soil Science and Agrochemistry of the Azerbaijan National Academy of Sciences, M. Ragima St, 5, 1073 Baku, Azerbaijan, samed-bio@yandex.ru

**Mehbara E. Sadigova**, Candidate of Sciences (Agriculture), Institute of Soil Science and Agrochemistry of the Azerbaijan National Academy of Sciences, M. Ragima St, 5, 1073 Baku, Azerbaijan, samed-bio@yandex.ru

**Matanat M. Aliyeva**, Candidate of Sciences (Biology), Associate Professor, Leading Researcher, Institute of Soil Science and Agrochemistry of the Azerbaijan National Academy of Sciences, M. Ragima St, 5, 1073 Baku, Azerbaijan, samed-bio@yandex.ru

**Shahla Z. Jafarova**, Candidate of Sciences (Biology), Associate Professor, Leading Researcher, Institute of Soil Science and Agrochemistry of the Azerbaijan National Academy of Sciences, M. Ragima St, 5, 1073 Baku, Azerbaijan, samed-bio@yandex.ru

**Afaq L. Rzayeva**, Candidate of Sciences (Biology), Associate Professor, Leading Researcher, Institute of Soil Science and Agrochemistry of the Azerbaijan National Academy of Sciences, M. Ragima St, 5, 1073 Baku, Azerbaijan, afaq.rzayeva@list.ru

**Информация об авторах**

**Приверди Ахмед оглы Самедов**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, заведующий лабораторией почвенной биологии, Институт почвоведения и агрохимии Национальной академии наук Азербайджана, ул. М. Рагима, 5, 1073 г. Баку, Азербайджан, samed-bio@yandex.ru

**Бейли Бахад кызы Алиева**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ведущий научный сотрудник, Институт почвоведения и агрохимии Национальной академии наук Азербайджана, ул. М. Рагима, 5, 1073 г. Баку, Азербайджан, samed-bio@yandex.ru

**Вафа Тельман кызы Мамедзаде**, кандидат биологических наук, доцент, ведущий научный сотрудник, Институт почвоведения и агрохимии Национальной академии наук Азербайджана, ул. М. Рагима, 5, 1073 г. Баку, Азербайджан, samed-bio@yandex.ru

**Мехбара Эльдар кызы Садыхова**, кандидат сельскохозяйственных наук, Институт почвоведения и агрохимии Национальной академии наук Азербайджана, ул. М. Рагима, 5, 1073 г. Баку, Азербайджан, samed-bio@yandex.ru

**Матанат Мирисмаил кызы Алиева**, кандидат биологических наук, доцент, ведущий научный сотрудник, Институт почвоведения и агрохимии Национальной академии наук Азербайджана, ул. М. Рагима, 5, 1073 г. Баку, Азербайджан, samed-bio@yandex.ru

**Шахла Зохраб кызы Джафарова**, кандидат биологических наук, доцент, ведущий научный сотрудник, Институт почвоведения и агрохимии Национальной академии наук Азербайджана, ул. М. Рагима, 5, 1073 г. Баку, Азербайджан, samed-bio@yandex.ru

**Афаг Латифага кызы Рзаева**, кандидат биологических наук, доцент, ведущий научный сотрудник, Институт почвоведения и агрохимии Национальной академии наук Азербайджана, ул. М. Рагима, 5, 1073 г. Баку, Азербайджан, afaq.rzayeva@list.ru